水稻數量性狀在不同栽培環境下之變異及遺傳變異之研究[1]

張 德 梅[2]

摘要 為明瞭水稻五種數量性狀在不同栽培密度及氮肥量環境下之變異及遺傳變異情形，利用臺南3號（穗數型）與嘉農 242號（穗重型）品種及其雜交後裔第二代為材料，進行試驗。

統計結果顯示，此五種性狀在親本及 F_2 族羣中，對環境的反應很大。密植（S_2）對穗數型、穗重型品種及其 F_2 集團之株高、穗數、穗重及一穗粒數有負的影響，例如株高減少3～5公分；穗數減少5～6支，及一穗粒數減少 450～650粒。增肥（N_2）可使株高顯著增加4～9公分外，其他性狀變化均不顯著。

各性狀之遺傳率均隨栽培環境而有不同程度的表現，除穗數外，均以普肥、普植區最高，例如株高31%，穗重55%及一穗粒數26%，表示在此環境下進行選拔較為有效；反之，穗數在增肥、密植環境下之遺傳率為50%，表示穗數型品種在此環境下選拔效果較好。

各性狀間之各種相關係數均極顯著，以表現型相關係數最高，不同栽培環境之影響使相關係數有不同程度之表現。

前 言

本省第二期作水稻產量低於第一期作是近十多年來農業研究的主要問題之一，邱再發等氏（1960,1961,1962,1963）之研究結果顯示，其原因不外乎為氣象、水稻生理及栽培等因素。鄔宏潘等氏（1975）認為土地休閒之長短及前作稻根留置與否，對產量並無多大影響；而氣象因素則影響植株的生長及產量構成性狀的分化與發育，但其程度與受到影響的性狀，則因栽培地區及品種而異。一般而言，影響第二期作產量最主要之性狀是穗數的減少（謝1966,鄔1975），因此，育成穗數型品種為提高第二期作稻產量的方法之一。稻產量之高低受穗數多少之影響外，又受其他產量構成要素如穗重、一穗粒數及千粒重所影響，從而在育種過程中，探討各種農藝性狀之相關與遺傳行為，作為雜交後裔之有效選拔標準甚為重要。

稻遺傳率及遺傳相關之研究，近年來報告甚多（Bollich, 1957; Toriyama and Futsuhara, 1958; Nei, 1960; Futsuhara et al, 1965），但研究所得數值，因栽培密度之不同而異（Kariya and Yamamoto, 1963; Sakamoto et al, 1963; Chang, 1964）；同時亦因栽培時間之不同而變化（Akemine and Kumagai, 1958），因此對於雜交後代，有在不同環境下測定上述各種數值之必要。

本研究之目的為於二期作中，在不同栽培環境下測定水稻主要產量構成性狀（如穗數及穗重）之環境變異及遺傳變異，以供稻育種選拔親本之依據。

材料與方法

穗數型稉稻臺南3號（P_1）與穗重型稉稻嘉農 242號（P_2）及其雜交第二代（F_2）為本試驗所用之材料。將供試材料在兩種肥料量（N_1：P_2O_5：K_2O＝80：60：80 kg/ha 及 N_2：P_2O_5：K_2O＝120：60：80 kg/ha）；兩種栽培密度（S_1＝22.5×22.5 Cm；S_2＝22.5×11.25 Cm）下栽培，共有

本研究承國家科學委員會之獎助，文成又蒙本所農藝系主任謝順景博士及劉大江博士詳予斧正，謹誌謝忱。

1.試驗報告農試字第七九五號　　2.臺灣省農業試驗所技佐

四種處理（N_1S_1＝ 普肥普植區；N_1S_2＝普肥密植區 ；N_2S_1＝增肥普植區 ；N_2S_2＝增肥密植區），單本植於田間，每行10株（行數以材料多少而定），於成熟時調查株高及穗數、穗長、穗重及一穗粒數等性狀，收穫後在室內調查，將調查所得的資料統計其結果，分別求出各性狀在不同栽培環境下之變方、頻度分佈、遺傳率（%）、效應、遺傳和環境等之相關關係。估計與分析方法如下：

1.**變方：** $$S^2=\frac{\Sigma fi\,(xi)^2-\frac{(\Sigma fixi)^2}{\Sigma fi}}{\Sigma fi-1}$$

xi 爲各性狀之變數

fi 爲各性狀之變數所出現之頻度

2.**效應：** $S_2-S_1=\frac{1}{2}\ (N_2S_2+N_1S_2)-\frac{1}{2}\ (N_2S_1+N_1S_1)$

$N_2-N_1=\frac{1}{2}\ (N_2S_2+N_2S_1)-\frac{1}{2}\ (N_1S_2+N_1S_1)$

$NS=\frac{1}{2}\ (N_2S_2+N_1S_1)-\frac{1}{2}\ (N_1S_2+N_2S_1)$

3.**遺傳率（%）：** $h^2=\frac{V_{F2}-V_E}{V_{F2}}$，$V_E=\frac{1}{2}\ (V_{P1}+V_{P2})$

V_{F2} 爲 F_2 總變方，V_E 爲環境變方，係 V_{P1} 第一親本總變方和 V_{P2} 第二親本總變方兩者之平均值

4.**表現型、遺傳及環境相關：**

$$r_P=\frac{Cov、xy_{F2}}{\sqrt{Vx_{F2}、Vy_{F2}}}$$

$$r_G=\frac{Cov、xy_{F2}-Cov、xy_E}{\sqrt{(Vx_{F2}-Vx_E)(Vy_{F2}-Vy_E)}}$$

$$r_E=\frac{Cov、xy_E}{\sqrt{Vx_E、Vy_E}}$$

r_P 爲表現型相關係數，r_G 爲遺傳相關係數，r_E 爲環境相關係數。Cov、xy_{F2} 爲 F_2 之 x 與 y 兩性狀之共變方（Covariance）。Vx_{F2} 爲 F_2 之 x 性狀變方（Variance），Vy_{F2} 爲 F_2 之 y 性狀變方。Cov、$xy_E=\frac{1}{2}$（Cov、xy_{P1}+Cov、xy_{P2}），其中 Cov、xy_{P1} 和 Cov、xy_{P2} 各爲 P_1 及 P_2 之 x 與 y 兩性狀之共變方。$Vx_E=\frac{1}{2}$（$Vx_{P1}+Vx_{P2}$），其中 Vx_{P1} 和 Vx_{P2} 各爲 P_1 和 P_2 之 x 性狀之變方。$Vy_E=\frac{1}{2}$（$Vy_{P1}+Vy_{P2}$），其中 Vy_{P1} 和 Vy_{P2} 各爲 P_1 和 P_2 之 y 性狀之變方。

試 驗 結 果

一、水稻各數量性狀在不同栽培環境下之環境變異

1.不同栽培環境對水稻親本與第二代重要農藝性狀之影響 （1）株高 不同栽培環境下株高之平均值、變方及頻度分佈列於表1。由表 1.可以看出，增肥對於嘉農242號（P_2）與 F_2 的株高影響較大，二者之株高分別增加7.5公分及 3 公分，但對臺南 3 號（P_1）的影響較小。由此結果可知，施肥效果常因品種不同而異。施肥量與栽培密度連應時影響株高很大，普肥、密植可使株高減低，增肥、密植可使株高增高，雖因栽培環境的影響使平均值之變域增大（P_1 爲71.2公分～79.5公分；P_2 爲75公分～86.8公分；F_2 爲75.9公分～88.30公分），但因兩親本株高相差不太大，所得的頻度分佈，無明顯的分界點而成爲連續變異，是爲數量性狀的特性。

表1. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）株高之影響

Table 1. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the plant height of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	株高（cm）											合計	$\bar{x}$	S^2
		55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105			
N_1S_1	P_1	—	—	2	9	11	12	10	3	1	2	—	50	79.20	64.65
	F_2	—	1	5	8	16	16	19	12	7	5	—	89	81.85	87.15
	P_2	—	—	2	3	16	7	6	5	—	1	—	40	79.00	55.38
N_1S_2	P_1	2	4	12	7	12	10	2	—	—	—	—	49	71.22	58.89
	F_2	—	4	6	12	15	17	12	—	2	—	—	68	75.96	62.13
	P_2	—	3	4	5	14	8	4	2	—	—	—	40	75.00	57.69
N_2S_1	P_1	—	—	1	5	15	13	10	5	1	—	—	50	79.50	42.09
	F_2	—	—	—	1	13	8	17	18	16	15	—	88	88.30	71.20
	P_2	—	—	—	2	5	7	10	14	10	1	1	50	86.80	59.96
N_2S_2	P_1	—	1	3	9	9	9	7	8	4	—	—	50	79.50	82.91
	F_2	—	—	2	4	8	13	7	14	10	2	—	60	84.25	77.82
	P_2	—	—	—	1	3	6	5	11	4	—	—	30	85.67	46.09

（2）穗長　由表2.可知隨栽培環境之不同平均穗長之變域很大，P_1 爲18～20公分；P_2 爲16～19公分；F_2 爲16～19公分。兩親及 F_2 均有相同之特性，即在普肥、密植（N_1S_2）之環境下，穗長減少，增肥、普植（N_2S_1）之環境下，穗長增加；F_2 在四種不同環境下栽培，其穗長均未超出兩親本，其中以增肥、普植之環境下，較其他各處理增加１～３公分左右，但株高亦較其他各處理增加４～13公分（表1.），故希望得到矮株長穗之品種，在改變栽培環境之條件下進行品種選拔比較困難，只有從育種上着手。

表2. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）穗長之影響

Table 2. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the panicle length of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	穗長（cm） 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合計	x̄	S^2
N_1S_1	P_1	—	—	1	—	1	4	11	12	8	8	3	2	50	20.28	3.18
	F_2	—	—	4	3	10	30	21	12	3	3	3	—	89	18.60	2.79
	P_2	—	—	4	5	4	10	13	4	—	—	—	—	40	17.87	2.26
N_1S_2	P_1	—	—	3	2	9	14	8	3	7	2	1	—	49	18.53	3.53
	F_2	—	—	14	15	22	7	7	1	2	—	—	—	68	16.84	2.17
	P_2	1	1	10	12	4	7	5	—	—	—	—	—	40	16.45	2.36
N_2S_1	P_1	1	—	2	1	1	4	8	12	10	7	4	—	50	19.92	4.52
	F_2	—	—	1	1	8	13	25	23	9	6	2	—	88	19.35	2.35
	P_2	—	—	—	2	3	6	16	14	4	5	—	—	50	19.38	2.12
N_2S_2	P_1	—	—	1	1	3	7	11	11	12	2	—	2	50	19.62	3.10
	F_2	—	—	5	6	9	11	17	7	3	2	—	—	60	18.20	3.04
	P_2	—	1	2	9	4	2	4	3	4	1	—	—	30	17.80	4.86

（3）穗數　穗數受施肥量之影響較小，受栽培密度之影響為大，密植區（N_1S_2 及 N_2S_2）條件下，雙親及 F_2 之平均穗數減少一倍以上（表3）；頻度分佈隨栽培環境而異，分散變域廣，而無明顯的分界點，並成常態分佈，如選拔品系時在增肥、普植（N_2S_1）條件下比較有效。

表3. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）穗數之影響

Table 3. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the panicle number of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	穗數 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	合計	x̄	S^2
N_1S_1	P_1	—	—	—	—	2	2	1	1	4	3	10	8	10	3	3	2	—	1	—	—	—	—	49	12.78	4.47
	F_2	—	—	—	1	—	2	5	8	6	12	12	13	9	12	5	2	1	—	1	—	—	—	89	12.29	7.57
	P_2	1	—	—	—	3	4	6	3	8	9	2	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	40	9.58	6.76
N_1S_2	P_1	—	—	—	5	8	5	11	5	5	3	3	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	49	8.27	6.99
	F_2	—	5	6	7	5	13	6	12	7	4	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	7.40	6.51
	P_2	—	3	8	10	12	3	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	5.53	2.82
N_2S_1	P_1	—		—	—	—	—	1	2	—	1	1	4	—	8	10	7	3	6	1	2	3	1	50	16.40	11.22
	F_2	—	—	—	—	—	1	1	5	3	6	2	13	18	12	10	6	7	1	2	—	1	—	88	14.20	8.14
	P_2	—	1	2	—	—	—	3	4	5	4	9	4	4	4	5	1	2	—	1	—	—	1	50	12.36	15.34
N_2S_2	P_1	—	1	2	1	4	4	14	7	5	3	4	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	50	8.88	7.13
	F_2	—	3	4	10	6	11	6	4	2	6	5	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	60	7.73	10.11
	P_2	—	1	2	7	7	5	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	6.40	2.87

（4）平均一穗重量　由表 4.可知，嘉農242號品種原爲穗重型，但在本試驗中，其平均穗重較臺南 3 號品種輕 1 克左右，因臺南 3 號雖爲穗數型（平均穗數：臺南 3 號爲14支；嘉農242號爲 10 支），但穗長並不比嘉農242號短，反而長 1 公分左右（臺南 3 號平均爲19公分；嘉農242號平均爲18公分），因此臺南 3 號之穗重較重，但在密植環境下，各品種均減輕 1 ～ 2 克，如要穗重增加，在普植環境下栽培比較好，而施肥量對穗重之影響與穗數相同，影響較小。

表4.　不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）穗重之影響

Table 4. Effect of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the panicle weight of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	平均一穗穗重(g)																	合計	x̄	S^2
		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8	9	10			
N_1S_1	P_1	—	1	5	1	8	4	10	6	7	4	2	1	—	1	—	—	—	50	3.54	1.63
	F_2	3	—	6	4	20	14	12	7	8	5	4	2	1	2	1	—	—	89	3.42	2.12
	P_2	2	3	4	4	13	7	4	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	40	2.46	0.24
N_1S_2	P_1	22	3	10	9	2	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	1.30	0.86
	F_2	21	6	14	12	8	2	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	68	1.57	0.97
	P_2	24	5	7	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	0.99	0.66
N_2S_1	P_1	—	1	3	2	9	6	7	10	3	4	1	4	—	—	—	—	—	50	3.55	1.56
	F_2	—	—	2	6	10	14	11	17	8	6	6	3	1	1	1	1	1	88	3.93	2.31
	P_2	4	2	5	5	9	8	7	3	2	—	3	2	—	—	—	—	—	50	3.84	1.96
N_2S_2	P_1	13	6	14	10	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	1.44	0.23
	F_2	15	3	14	15	4	5	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	60	1.73	1.11
	P_2	8	3	5	4	1	5	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	1.85	1.42

（5）一穗粒數　由表5. 可明顯看出，密植對雙親及第二代之一穗粒數均減少一倍以上，增肥對一穗粒數增加之效果很小。雜交第二代在任何環境下栽培，均高出最低親本很多，用有效因子數目估計結果，顯示 N_1S_1 爲0.66對；N_2S_2 爲2.93對，其他兩處理因親本變異過大，無法求出，但大致可認定一穗粒數受 1 ～ 2 對顯性因子支配，因此，選拔品系在 F_2 代進行即有效果。

表5. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）一穗粒數之影響

Table 5. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the number of grain per panicle of F_2 population of Tainan No. 3 ×Chianung No. 242

處理	品種	一穗粒數												合計	$\bar{x}$	S^2
		100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200			
N_1S_1	P_1	—	—	1	5	3	11	17	9	3	1	—	—	50	1128.00	87771.43
	F_2	—	—	3	9	16	26	20	7	7	1	—	—	89	1035.96	92328.91
	P_2	—	1	3	10	15	9	2	—	—	—	—	—	40	770.00	48307.69
N_1S_2	P_1	1	—	22	18	5	1	1	1	—	—	—	—	49	557.14	50000.00
	F_2	—	10	30	19	9	—	—	—	—	—	—	—	68	479.41	32405.62
	P_2	—	19	18	3	—	—	—	—	—	—	—	—	40	320.00	16000.00
N_2S_1	P_1	—	—	—	3	3	11	5	17	7	1	2	1	50	1284.00	124228.57
	F_2	—	—	—	6	11	17	26	17	9	1	1	—	88	1165.91	87560.08
	P_2	—	2	7	8	12	15	1	4	—	—	1	—	50	828.00	117567.35
N_2S_2	P_1	—	5	15	20	8	1	1	—	—	—	—	—	50	552.00	87444.90
	F_2	—	7	23	16	9	4	1	—	—	—	—	—	60	543.33	54361.58
	P_2	—	7	16	7	—	—	—	—	—	—	—	—	30	400.00	19310.34

臺南 3 號品種，在任何環境下栽培，其一穗粒數均較嘉農242號品種多出 137～350粒以上，此可解釋爲何穗數型品種臺南 3 號之穗重較穗重型品種嘉農242號爲重（表 4 ）。

2.不同栽植密度與肥料量對水稻各數量性狀之效應

表6. 水稻五種數量性狀在不同栽植環境下之效應

Table 6. Changes of five characters of P_1, P_2, and F_2 populations under different treatments as indicated by mean differences

效應	品種	株高（公分）	穗長（公分）	穗數	穗重（克）	一穗粒數
S_2—S_1	P_1	−3.990*	−1.025	−6.015**	−2.175**	−651.430**
	F_2	−4.970**	−1.455*	−5.680**	−2.025**	−589.565**
	P_2	−2.565**	−1.500	−5.005**	−1.230**	−439.000**
N_2—N_1	P_1	4.290*	0.365	2.115	0.075	75.400
	F_2	2.370	1.055*	1.120	0.335	96.935
	P_2	9.235**	1.430	1.825	0.620	69.000
NS	P_1	3.990	0.725	−1.505	0.063	−805.570**
	F_2	0.920	0.305	0.165	−0.175	− 33.015
	P_2	1.435	−0.080	−0.955	0.240	11.000

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

密植區之效應（S_2—S_1），對上述五種農藝性狀均有不同程度之減少（表6.），其中株高減低爲好的效果外，其餘四種性狀則有不利之影響，如穗數減少5～6支；穗重減少1～2克；一穗粒數減少450～650粒，因此導致產量降低。

增肥區之效應（N_2—N_1），對株高增加之效果顯著外，其餘各性狀之效應均不顯著。

相互效應（NS），除對 P_1（臺南3號）之株高及一穗粒數顯著外，對 P_2（嘉農242號）及 F_2之各性狀均不顯著。

二、水稻數量性狀在不同栽培環境下之遺傳變異

1.遺傳率（%）之變異　如緒言所述，遺傳率之高低受環境影響而變化，並常受親本變異大小之影響，兩親本性狀差異不大時，第二代之變異不大，遺傳率亦很低。一般而言，遺傳率值愈大，所受環境之影響愈小，可以從表現型推定其因子型而不致有很大的差異，故選拔效果亦愈大；反之，遺傳率值小者，縱使其表現型優越，選拔結果是否能保持優越性仍是一大疑問，故其選拔效果是有限的。又遺傳率值大之性狀可在第二代分離，早期世代即行選拔，選拔個體可以較少；而遺傳率值小者，須避免早期世代選拔，且選拔之個體要多。

表7.　水稻五種數量性狀在不同栽培環境下之遺傳率（%）

Table 7. Heritability values for 5 traits of F_2 plants at four different environmental conditions.

處　理	株　高（公分）	穗　長（公分）	穗　數	穗　重（克）	一穗粒數
N_1 S_1	31.13	2.51	25.76	55.66	26.31
N_1 S_2	6.18	— 36.41	24.58	21.65	— 1.83
N_2 S_1	28.33	— 41.28	— 63.14	23.81	— 38.07
N_2 S_2	17.12	— 30.92	50.54	25.23	1.81

由表7顯示，栽培環境不同，遺傳率有不同程度的表現，如果希望得到較正確的遺傳率，應在普肥、普植區環境（標準環境）下栽培較好。五種農藝性狀中，株高之遺傳率（最高 31.13%）因兩親本株高相差不大，比較前報所得82.57%爲低（張1970）。除穗長遺傳率（最高 2.51%）較低外，穗數（最高50%）及穗重（最高 55.65%）均有較高之遺傳率，因此可知，穗數及穗重可在早期世代進行選拔。

2.遺傳相關之變異　各性狀之相關係數與遺傳率之情形相同，受環境之影響很大，不同栽培環境下相關係數有不同程度的出現，大部分遺傳型的相關係數，因親本品種的變異過大，而使分母爲負值，無法求出相關係數。由表8顯示，株高與一穗粒數、穗數及穗重等之遺傳相關係數均極顯著，而表現型相關係數比遺傳型相關係數高，又以普肥、普植區爲最高，其中以株高與穗長；穗長與穗重；穗重與一穗粒數之相關係數最高。環境相關係數亦有不同程度的表現，其中以穗數與穗重及穗重與一穗粒數間之相關關係最爲顯著。以上各項相關係數以遺傳相關係數最重要，遺傳相關係數大的數量性狀，可作爲選拔指標，提高選拔效果，尤其表現型相關已顯著而遺傳相關亦顯著者，可獲得更明顯之高度選拔效果。

表8. 水稻五種數量性狀間之表現型、遺傳及環境等相關關係

Table 8. Genotypic (rG), phenotypic (rP), and environmental (rE) correlations between 5 agronomic traits of F_2 plants grown under different environmental conditions

處理 / 相關係數 / 相關性狀	$N_1 S_1$		$N_1 S_2$		$N_2 S_1$		$N_2 S_2$		
	rG	rP	rG	rP	rG	rP	rG	rP	rE
株高與穗長	—	.651**	—	.051*	—	.250**	—	.560**	.400**
株高與穗數	.153**	.278**	.796**	.288**	—	.103**	.127**	.241**	.258**
株高與穗重	—	.674**	—	.172**	.833**	.411**	—	.536**	.312**
株高與一穗粒數	.995**	.511**	—	.159**	—	.203**	—	.447**	.226**
穗長與穗數	.307**	.321**	—	.374**	−.300**	.167*	—	.193*	.322**
穗長與穗重	—	.798**	.188*	.716**	—	.463**	—	.403**	.514**
穗長與一穗粒數	—	.575**	—	.516**	−.821**	.401**	—	.478**	.443**
穗數與穗重	—	.385**	—	.458**	—	.485**	—	.677**	.528**
穗數與一穗粒數	—	.372**	—	.541**	−.207*	.668**	.335**	.464**	.650**
穗重與一穗粒數	.289**	.687**	−.010	.805**	—	.723**	—	.612**	.709**

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

討　論

二期作水稻產量較一期作爲低之原因很多，除受氣象因子影響外，亦受不同栽培方法之影響。氣象因子不能以人爲方法加以改變，只有從栽培及育種方面著手。目前臺灣各地正在推廣增肥密植法以提高稻米產量，因而雜交後代在增肥密植環境下，各農藝性狀變化情形、其遺傳率及遺傳相關又如何變化等，在育種上爲極具重要性之問題，實有深入探討之必要。

本研究結果得知，在密植（S_2）情況下，無論穗數型、穗重型品種及其 F_2 集團對株高、穗數、穗重及一穗粒數各性狀都有負的影響。增肥（N_2）可使株高顯著增加（4－9 公分），密植則使株高減低 3－5 公分，此與張萬來氏（1966，1967）報告株高隨栽培密度之增加而遞減之結果相同。雖然密植可導致穗數及一穗粒數之減少，但單位面積之總穗數及總粒數增加，因此單位面積產量則可以提高很多（謝，未發表）。在密植增肥下能否選出適應於該環境的品種，需視在該環境下各性狀之遺傳率及遺傳相關之大小而定。在本研究中，穗數在增肥密植下之遺傳率較高（50%），表示穗數在此環境下之選拔效果較大；又穗數之減少常被認爲是影響二期作稻減產之主要原因（鄔，1975；林、陳 1976）。因此欲育成適應於二期作栽培之穗數型品種，則在密植增肥環境下選拔比較有效。穗重與一穗粒數在普肥普植下之遺傳率分別爲 55%及 26%，表示穗重型品種在此環境下有較高之選拔效果。株高之遺傳率與過去之研究報告（張，1970、1971、1974）比較顯著較低，此由於 F_2 株高變異不大，而親本之變異反大之故；寬植區（S_1）比密植區（S_2）遺傳率較高，表示在寬植環境下對株高之選拔效果較大。由於栽培環境不同，各性狀之遺傳率有負值出現，可能由於 P_1 及 P_2 受環境之影響，變異過大所致，詳細原因尚待進一步研究。

參 考 文 獻

1. Akemine, H. and K. Kumagai, 1958. Variation and combination of characters in a cross between widely differing varieties of rice. Studies on the Bulk Method of Plant Breeding. Yokendo Ltd., Tokyo.
2. Bollich, C. N. 1957. Inheritance of several economic quantitative characters in rice. Diss. Abs. 17 : 1638.
3. Chang, W. L. 1964. Influence of planting methods on the variability and correlations of agronomic characters in the F_2 populations of a *Japonica* rice cross. Jour. Taiwan Agr. Res. 13 (3) : 1—13.
4. Chiu, T. F., S. Lian, and S. C. Hsu. 1960. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 1). Effects of temperature on nutrient absorption by rice plants. J. Taiwan Agri. Res. 9 (4) : 1—15.
5. Chiu, T. F. , S. Lian , and S. C. Hsu. 1961. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 2). Nutrient absorption by japonica and indica varieties of rice in relation to temperature. J. Taiwan Agri. Res. 10 (1) : 7—20.
6. Chiu, T. F. , T. L. Lee, and S. C. Hsu. 1962. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 3). Nutrient absorption of rice plants in Pingtung and Taipei soils with and without compost under different temperatures. J. Taiwan Agri. Res. 11(1) : 1—10.
7. Chiu, T. F. , T. L. Lee, B. L. Tran, and S. M. Lin. 1963. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 4) . Comparative study on rice nutrient in the first and second crops in some paddy fields. J. Taiwan Agri. Res. 12 (4) : 1—14.
8. Futsuhara, Y. K. Toriyama and S. Hashiguchi. 1965. Evaluation of visual selection in rice. I. Path coefficient analysis of factors influencing visual selection. Jap. J. Breeding 15 (4) : 271—280.
9. Kariya, K. and T. Yamamoto. 1963. Planting density and selection method in rice plant. Jap. J. Breeding. 13 (1) : 25—30.
10. Nei, M. 1960. Studies on the application of biometrical genetics to plant breeding. Mem. Col. Agr., Kyoto. U. 82: 1—100.
11. Sakamoto, S., T. Yamamoto, and K. Toriyama. 1963. Effect of planting density on genetic constitution of hybrid population in rice. Bull. Chugoko Agr. Exp. Sta. 9: 9—16.
12. Toriyama, K. and Y. Futsuhara. 1958. Estimates of heritabilities on individuals and lines in rice. Jap. J. Breeding. 7: 208—212.
13. 鄔宏潘等 1975 第二期稻作低產原因之探討 科學發展月刊 第三卷 第十期 5—37。
14. 張德梅 1970 半矮稻遺傳之研究 農業研究 第十九卷 第四期 1—10。
15. 張萬來、楊遊謙 1966 水稻肥料分施與栽培密度對產量、產量構成因子及其他主要農藝性狀之效果（三）。農業研究 第十五卷 第一期 1—8。
16. 張萬來 1967 栽植密度影響水稻雜交第二代後裔重要農藝性狀遺傳力及相關之研究 農業研究 第十六卷 第二期14—21。
17. 王茂康 1965 水稻數量性狀遺傳之研究 農業研究 第十四卷 第四期 11—18。
18. 謝全份、高樹、江忠 1966 水稻不同栽植密度肥料量及栽植方式對產量之影響 農業研究 第十五卷 第四期 7—22。
19. 張德梅 1971 水稻數量性狀遺傳之研究 I.半矮稻品種間之全互交 農業研究 第二十卷 第二期，9—26
張德梅 1974 水稻粒型之遺傳研究 農業研究 第二十三卷 第一期。
21. 林安秋，陳建山 1976 第二期稻作低產原因之研究 I.一、二期作水稻之分蘗特性比較 科學發展月刊 第四卷 第十期 53—70。

ENVIRONMENTAL AND GENETIC VARIABILITIES OF FIVE QUANTITATIVE CHARACTERS OF RICE UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

by

Te-mei Chang

Summary

Two spacings, 22.5×22.5 cm (S_1) and 22.5×11.25 cm (S_2), and two levels of N-fertilization, 80 kg/ha (N_1) and 120 kg/ha (N_2) were used to study the variations and genetic variabilities of 5 quantitative characters (plant height, panicle number, panicle weight, panicle length, and number of grains per panicle) of rice. Japonica varieties Tainan No. 3, Chianung No. 242, and their F_2 generation were used for analysis.

Statistical data obtained from this study showed that environmental conditions had definite effects on the 5 characters concerned. While higher level of N-application (N_2) increased plant height 4-9 cm and 69—97 grains per panicle; closer planting (S_2) decreased plant height 3-5 cm and 450—650 grains per panicle. The length, weight, and number of panicle were also increased by heavy N-fertilization but decreased by closer planting to a lesser extent.

Heritability estimates of various quantitative characters, except panicle number, were different under different environmental conditions and were highest at N_1S_1, indicating selection of desirable characters should be practiced at wide-spacing and normal N-fertilization. On the other hand, selection of panicle number was preferred under conditions of closer planting and heavy N-fertilization.

All the correlations among the 5 characters were significant at 1% level, and were also affected by the environmental conditions.